



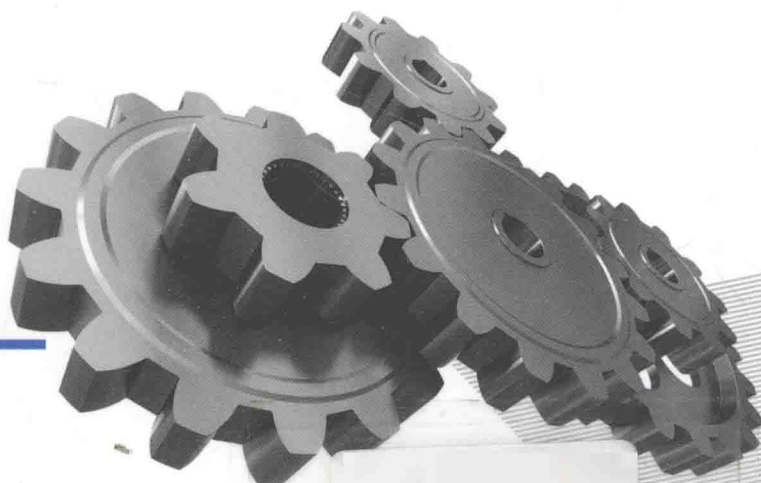
面向十二五规划教材

教育部高等教育课程改革和建设规划教材

机械设计基础

JI XIE SHE JI
JI CHU

韩泽光 赵峻彦 主编



吉林大学出版社

面向十二五规划教材

教育部高等教育课程改革和建设规划教材

机械设计基础

主编 韩泽光 赵峻彦

吉林大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

机械设计基础 / 韩泽光, 赵峻彦主编. — 长春: 吉林大学出版社, 2012.7

ISBN 978-7-5601-8471-5

I. ①机… II. ①韩…②赵… III. ①机械设计 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第129024号

书 名: 机械设计基础

作 者: 韩泽光 赵峻彦主编

责任编辑: 李国宏 责任校对: 王 健

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787 × 1092 毫米1/16

印张: 13.25 字数: 290千字

ISBN 978-7-5601-8471-5

封面设计: 刘 瑜

北京鑫益晖印刷有限公司 印刷

2012年7月 第1版

2012年7月 第1次印刷

定价: 29.80元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路501号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-89580026/28/29

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

本书编委会

主 编:	韩泽光	赵峻彦		
副主编:	刘 佳	刘 莹	徐春卉	
参 编:	高凤云	刘高峰	刘明虎	刘 强
	李丹丹	李海星	李 徽	李秀玉
	王奇峰	王风军	王清霜	王 森
	王小云	张 倩	张和平	梁宇豪
	梁 冬	韩启光	韩朝晖	翟静丽
	霍明明	梅少杰	官显澄	姜 薄

前 言

本书是根据教育部基础课程教学指导委员会颁发的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中“工程制图与机械基础系列课程体系改革的研究与实践”和“机械基础课程教学基本要求”(1995 年修订版)的精神,经内容体系优化整合,组织部分高校具有教学经验的教师,采用新老结合的方式编写的一部强调应用基础知识的近机类、非机类专业基础课程教材。

《机械设计基础》课程是高等工科院校非机类专业的一门重要的技术基础课程,在培养学生的机械装置设计和分析能力方面具有重要的作用。本书在满足相关专业对本课程要求的基础上,注意更新教学内容,拓宽知识面,强化素质教育,突出创新能力的培养;内容力求重点突出、繁简得当、语言通顺;本书采用了新近颁布的国家标准;另外对复杂的公式进行了合理简化,以使计算较为方便。

由韩泽光、赵峻彦担任主编。参加本书编写的有沈阳建筑大学韩泽光(第一章、第五章、第九章、第十一章)、赵峻彦(第二章、第六章、第七章、第八章、第十二章)、刘佳(第三章、第十章)、刘莹(第十三章)、徐春卉(第四章),高风云也参与本书部分章节编写。全书由韩泽光、赵峻彦通稿,刘佳对本书进行了校对。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不足之处,真诚希望广大读者给予批评指正。

编 者
2012 年 5 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 机器的组成	1
第二节 机械设计的基本要求和一般程序	3
第三节 机械零件的主要失效形式和计算准则	4
第四节 机械零件的设计方法	5
第五节 机械零件材料的选用原则	7
第六节 机械零件设计中的标准化	7
第七节 本课程的内容、性质和任务	8
习 题	8
第二章 平面机构的结构分析	9
第一节 平面机构的组成	9
第二节 平面机构的运动简图	10
第三节 平面机构的自由度	12
习 题	15
第三章 平面连杆机构	16
第一节 铰链四杆机构的基本型式及应用	16
第二节 铰链四杆机构的传动特性	17
第三节 铰链四杆机构的曲柄存在条件	19
第四节 铰链四杆机构的演化	20
第五节 平面四杆机构的设计	22
习 题	26
第四章 凸轮机构	28
第一节 凸轮机构的应用和分类	28
第二节 常用的从动件运动规律	30
第三节 凸轮轮廓曲线的设计	32
第四节 凸轮机构设计中应注意的几个问题	34
习 题	36

第五章 间歇运动机构	37
第一节 棘轮机构	37
第二节 槽轮机构	38
习 题	39
第六章 机械的调速和平衡	40
第一节 机械速度波动的调节	40
第二节 机械的平衡	41
习 题	42
第七章 连 接	43
第一节 螺纹连接	43
第二节 螺纹连接的预紧和防松	47
第三节 螺纹连接的强度计算	48
第四节 轴毂连接	53
习 题	58
第八章 挠性传动	60
第一节 带传动概述	60
第二节 带传动的工作情况分析	61
第三节 V 带传动的设计	64
第四节 V 带轮设计	71
第五节 带传动的张紧、使用和维护	72
第六节 链传动概述	75
第七节 链传动的工作情况分析	78
第八节 滚子链传动的设计	80
第九节 滚子链链轮	84
第十节 链传动的布置、张紧和维护	86
习 题	87
第九章 啮合传动	89
第一节 概 述	89
第二节 渐开线圆柱齿轮传动	94
第三节 渐开线齿轮轮齿的加工和根切现象	97
第四节 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	99
第五节 斜齿圆柱齿轮传动	108

第六节 锥齿轮传动·····	113
第七节 齿轮的结构·····	117
第八节 蜗杆传动·····	119
第九节 轮 系·····	130
习 题·····	135
第十章 轴 ·····	137
第一节 概 述·····	137
第二节 轴系的结构设计·····	140
第三节 轴的设计计算·····	145
习 题·····	152
第十一章 轴承 ·····	154
第一节 滑动轴承概述·····	154
第二节 滑动轴承的典型结构·····	155
第三节 轴 瓦·····	157
第四节 滑动轴承的润滑·····	160
第五节 非液体摩擦滑动轴承的计算·····	163
第六节 滚动轴承的类型、代号和选择 ·····	166
第七节 滚动轴承的失效形式和选择计算·····	170
第八节 滚动轴承的组合设计·····	176
习 题·····	182
第十二章 联轴器和离合器 ·····	183
第一节 联轴器·····	183
第二节 离合器·····	188
习 题·····	189
第十三章 弹 簧 ·····	190
第一节 弹簧的功用与类型·····	190
第二节 圆柱形螺旋弹簧·····	191
第三节 弹簧的材料和制造方法·····	193
第四节 圆柱形螺旋弹簧的设计·····	195
习 题·····	198

第一章 绪论

教学目标:机械基础课程是研究组成机器的常用机构和通用零部件的工作原理、结构特点和基本设计理论与设计方法以及零件结构的表达方法的技术基础课。通过本课程的学习,使学生对身边熟悉的机器有更高层次的认识,如机器的组成是什么?它们如何完成既定的功能?关键零部件如何设计?通过解释诸如此类的问题来实现非机类各专业大学生工程能力培养的目标。

通过本章的学习,要求读者了解本课程的内容、性质、任务和学习方法等。

重点和难点:(1)机器的组成。(2)本课程的性质、内容和学习方法。(3)机械设计的一般程序。(4)机械零件设计的一般程序。(5)机械零件的失效形式。(6)机器、机构、构件以及零件的概念。

第一节 机器的组成

在不断的认识自然和征服自然过程中,人类创造了各种各样的、精美绝伦的机械装置。如生产活动中常见的汽车、拖拉机、内燃机和各种机床等;日常生活常见的缝纫机、洗衣机、电风扇和自行车等。这些机械装置种类繁多,用途不一,它们在工作原理、结构组成、设计原理和方法等方面是否存在共性?本质区别又是什么?诸如此类的问题是决定产品成败的机械设计中必须解决的主要内容。

一、机器

图 1-1 是内燃机实体结构简图,由气缸 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、连杆 5、曲轴 6、凸轮 7、顶杆 8、小齿轮 9 和大齿轮 10 等组成。当内燃机工作时,由气缸 1、活塞 2、连杆 5 和曲轴 6 组成曲柄滑块机构,燃气推动活塞往复移动,经连杆转变为曲轴的连续转动;曲轴经过齿数比为 1:2 的齿轮 9 和 10 组成的齿轮机构带动凸轮转动,从而驱动顶杆往复直线运动(凸轮 7、气缸 1 和顶杆 8 组成凸轮机构),完成进、排气过程。曲轴每转两周,进、排气门各启闭一次,通过这种协调配合,把燃气热能转变为曲轴连续旋转的机械能。

图 1-2 为洗衣机结构图。电动机经带传动机构和齿轮传动减速器减速后,带动波轮转动,从而完成洗涤任务,把电能转变为波轮连续旋转的机械能。

通过以上两个实例可以看出,机器具有以下共同特征:
(1)机器是人为的实物组合而成的若干机构组成;(2)用于传

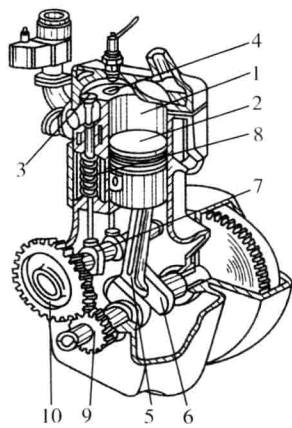


图 1-1 内燃机结构图

- 1 - 气缸;2 - 活塞;3 - 进气阀;
4 - 排气阀;5 - 连杆;6 - 曲轴;
7 - 凸轮;8 - 顶杆;9 - 小齿轮;
10 - 大齿轮

递运动和动力;(3)具有变换或传递物料、能量和信息的功能。按功能的机器组成如图 1-3 所示。

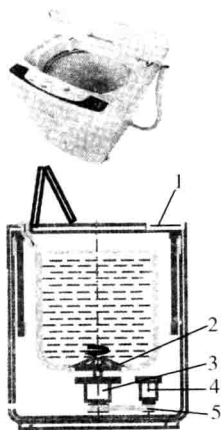


图 1-2 洗衣机结构图

1 - 控制板;2 - 波轮;3 - 减速器;4 - 电机;5 - 带传动

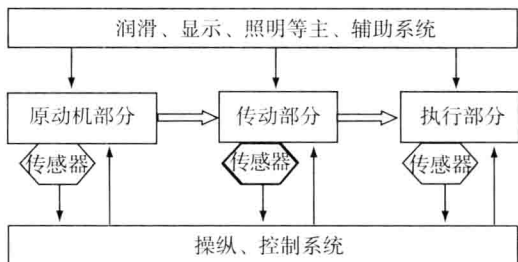


图 1-3 机器的组成

二、机构

机构是若干构件的组合,各构件间具有确定的相对运动,但是不具有变换或传递能量、物料、信息的功能。如内燃机中,由曲轴、连杆、活塞和气缸组成曲柄滑块机构;凸轮、顶杆和气缸组成凸轮机构。又如洗衣机中的带传动机构和齿轮机构。

机器中常用的机构有:连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇运动机构等。

机械是机器与机构的总称。

三、构件和零件

机构中作相对运动的各个独立运动单元称为构件。构件可以是单一的零件,如曲轴(图 1-4),也可以是由几个零件组成的刚性体,如连杆(图 1-5)。

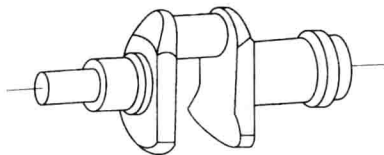


图 1-4 曲轴

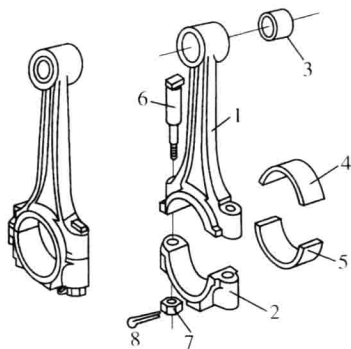


图 1-5 连杆

1 - 连杆体;2 - 连杆盖;3、4 - 轴瓦;5 - 轴瓦;6 - 螺栓;7 - 螺母;8 - 开口销

机器中的最小制造单元称为零件。零件分为两类:一类是在各种机器中普遍使用的零件,称为通用零件,如螺栓、键、带轮和齿轮等。另一类是特定类型机器中所使用的零件,称为专用

零件,如内燃机中的曲轴、洗衣机中的波轮和汽轮机的叶轮等。

第二节 机械设计的基本要求和一般程序

一、机械设计的基本要求

机械设计的目的是根据市场需求,创造性地设计和制造出实现预期功能的新机械或改进现有机械。

机械设计应满足的基本要求主要有:在实现预期使用功能的前提下,具有一定的创新性;成本低,效率高,寿命长,工作可靠;操作方便,易于维护,便于运输,绿色环保等。

二、机械设计的一般程序

机械产品的设计类型分为开发性设计(应用新原理、新技术、新工艺设计全新产品)和适应性设计(根据生产和使用部门的要求,对产品结构和性能进行改进设计)和变形设计(在产品工作原理和功能要求不变的情况下,改变产品的参数或结构获得新产品)。通常机械产品设计分为以下阶段:

1. 产品规划阶段

在根据市场预测、用户需求调查和可行性分析后,制定出机器的设计任务书。任务书中应规定机器的功能、主要参数、工作环境、生产批量、预期成本、设计完成期限以及使用条件等。

2. 方案设计阶段

方案设计是影响机械产品结构、性能、工艺和成本的关键环节,是实现机械产品创新的重要阶段。方案设计是在机器功能分析的基础上,确定其工作原理和技术要求,拟定机器的总体布置、传动方案和机构运动简图等。经优化筛选,从多个方案中,选取较理想的方案。

3. 技术设计阶段

该阶段的主要任务是将机械的功能原理方案具体化为机械及零部件的合理结构。主要工作包括:总体设计、结构设计、商品化设计和模型试验等。总体设计是确定机械各零部件的总体布置,运动配合和人-机-环境的合理关系等;结构设计是选择材料,确定零部件的合理结构;商品化设计是提高产品的商品价值以吸引用户,如进行价值设计、工业造型设计及包装设计等;模型试验是检查机械的功能及零部件的强度、刚度、运转精度、振动稳定性和噪声等性能是否满足设计的要求;最后画出总体设计图和零件图,编写相应的技术文档。

4. 施工设计阶段

根据技术设计阶段提供的图纸试制样机,进行样机试验。根据试验中反映的问题对原设计方案进行修改完善。按照修改后的设计图样和相关技术文件,制定工艺规划,完成生产准备。

5. 投产和售后服务

组织产品生产,投放市场,完善售后服务工作。通过售后服务,发现产品使用过程中存在的问题和市场变化情况,为产品的改进设计提供依据。

最后,完善全部生产图纸并编制机械设计计算说明书和使用说明书等技术文件。

第三节 机械零件的主要失效形式和计算准则

一、机械零件的主要失效形式

机械零件丧失正常工作能力的现象称为失效。其主要失效形式有：

1. 断裂

零件在外载荷作用下,某一危险截面上的应力超过零件的强度极限时,会造成断裂失效。在循环变应力作用下长时间工作的零件,容易发生疲劳断裂,例如:齿轮轮齿根部的折断和螺栓的断裂等。

2. 过大的残余变形

零件受载后会产生弹性变形;当零件的应力超过材料的屈服极限时,零件将产生残余塑性变形,使零件的尺寸和形状改变,从而破坏各零件的相对位置和配合。过量的弹性变形和残余塑性变形会影响机器的精度,造成较大的振动,使机器不能正常工作。

3. 表面失效

随工作时间的延续,零件表面会发生磨损、腐蚀和接触疲劳等表面失效。处于潮湿空气中或与水、气及腐蚀介质接触的金属零件,有可能产生腐蚀失效;相对运动的零件接触表面会产生磨损失效;接触变应力作用下的零件工作表面可能发生疲劳点蚀。

4. 破坏正常工作条件而引起的失效

有些零件只有在一定条件下才能正常工作,如带传动只能在传递的有效圆周力小于临界摩擦力条件下正常工作;液体摩擦的滑动轴承只能在保持完整的润滑油膜下正常工作等。如果破坏了这些条件,将会发生失效。例如带传动将发生打滑失效,滑动轴承将发生过热、胶合和磨损等失效。

二、机械零件的计算准则

设计时,把为防止零件失效,保证其工作能力所依据的基本原则称为计算准则。零件设计时的主要计算准则有:

1. 强度准则

零件强度不足,将破坏机械的正常工作,严重时可能造成重大事故。零件整体静强度不足,将发生断裂和塑性变形;零件表面静强度不足,将发生表面压碎或表面塑性变形;零件整体或表面疲劳强度不足,将发生疲劳断裂或表面疲劳点蚀。除了用作安全装置中预定适时破坏的零件外,其他任何零件工作中都应当避免发生上述失效形式,因此,强度是零件必须首先满足的基本计算准则。机械零件设计的强度准则是:在外载荷作用下,零件内产生的最大应力 σ 不超过零件的许用应力 $[\sigma]$ 。其表达式为

$$\sigma \leq [\sigma]。 \quad (1-1)$$

考虑到各种偶然性及难以确定的因素影响,许用应力为

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S}, \quad (1-2)$$

式中, $\sigma_{\lim}$ 是材料的极限应力; S 是安全系数。

2. 刚度准则

为防止零件在载荷作用产生过大弹性变形的刚度准则为:某些零件(不是所有零件)受载后产生的弹性变形量 y 不超过机器正常工作所允许的弹性变形量 $[y]$ 。其表达式为

$$y \leq [y]。 \quad (1-3)$$

弹性变形量 y 可由理论计算或实验方法确定,而许用变形量 $[y]$ 则需根据零件的使用场合,按理论或经验确定其合理数值。

3. 寿命准则

影响零件寿命的主要因素是磨损、腐蚀和疲劳。

零件抗磨损的能力是由耐磨性表征。目前,磨损机理未完全搞清,尚无供工程实际使用的定量计算方法。疲劳寿命通常以满足使用寿命时零件的疲劳极限作为计算依据。迄今为止,还没有实用有效的腐蚀寿命计算方法。

4. 振动稳定性准则

机器在工作过程中的轻微振动不影响机器的正常工作,但剧烈的振动会影响机器的工作质量和精度。如果某一零件的固有频率与机器的激振频率重合或成整数倍时,零件就会产生共振,致使零件甚至整个机器损坏。因此,设计准则是使机器中受激振作用的各零件的固有频率与激振频率错开。

5. 热平衡准则

在工作中发生摩擦的零件会产生热量。如散热不良,会使零件温度升高,破坏正常润滑条件,甚至导致金属局部熔融而产生胶合,因此应对发热较大的零件进行热平衡计算。

同一种零件可能有几种不同的失效形式,对应于各种失效形式就有不同的工作能力,设计时,应比较满足零件上述准则的各种工作能力,取其较小者作为设计依据。

三、机械零件设计的一般步骤

1. 根据零件的使用要求,选择零件的类型和结构。
2. 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求,选择合适的材料及必要的热处理方式。
3. 根据零件的工作情况建立力学模型,进行载荷分析,考虑载荷的各种影响因素,确定零件的计算载荷。
4. 分析零件工作时可能出现的失效形式,确定零件的计算准则,计算零件的基本尺寸。
5. 必要时应对零件的工作能力进行精确校核,并拟定出多种方案,选择最优方案。
6. 根据计算得出的基本尺寸,结合结构和工艺要求设计并绘制出零件工作图,编写计算说明书。

第四节 机械零件的设计方法

一、传统设计方法

1. 理论设计

按照机械零件的结构及其工作情况,将其简化成一定的物理模型,运用力学、热力学和摩擦学等理论和实验数据进行设计,称为理论设计。设计公式有两种不同的使用方法:

- (1) 设计计算 按设计公式直接求得零件的有关尺寸;
- (2) 校核计算 已知零件的各部分尺寸,校核它是否能满足有关设计准则。

2. 经验设计

根据对同类零件已有的设计与使用实践,归纳出经验公式和数据,或者用类比法进行的设计称为经验设计。这是某些典型零件和目前不能用理论分析的零件的有效设计方法。

3. 模型实验设计

对于尺寸很大、结构复杂、工况特殊且难以进行理论计算和经验设计的重要零件,可采用模型实验设计的方法。即通过实验考核其性能,取得必要数据后,再根据实验结果修改原有设计。这种方法费时、费钱,只用于特别重要的设计。

二、现代设计方法

随着科学技术的进步,新材料、新工艺、新技术等新兴边缘学科的不断涌现,推动机械产品向大功率、高速度、高精度和自动化方向发展,大大促进了机械设计理论和方法的发展,机械设计进入了现代设计阶段,该阶段所使用的理论与方法称为现代设计方法。主要有:

1. 计算机辅助设计

计算机辅助设计(Computer Aided Design,CAD)是一种利用计算机软、硬件系统辅助设计者对产品或工程进行设计(包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动)的方法。常用的商用软件有:AutoCAD,Pro-E,SolidWorks 和 UG 等。目前,CAD 正向集成化、智能化和网络化方向发展。

2. 优化设计

优化设计(Optimization Design,OD)是把最优化理论应用于工程设计问题,在可行的设计方案中寻求最优设计方案的方法。具体过程为:首先建立设计问题的数学模型(包括目标函数、设计变量和约束条件三部分),然后选择合适的优化方法(如梯度法、Powell 法、罚函数法和进化算法等)求解该模型,获得最优设计方案。

3. 可靠性设计

可靠性设计(Reliability Design,RD)是将概率统计、失效机理和机械设计理论相结合的综合设计方法。主要特征是将传统设计方法中所涉及的设计参数如材料强度、疲劳寿命和应力等视为服从某种统计规律的随机变量,根据机械产品的可靠性指标要求,用概率统计法设计机械零部件的结构参数和尺寸。机械零件的可靠性设计采用应力-强度干涉模型理论。

4. 有限元法

有限元法(Finite Element Method,FEM)是以计算机为工具的一种数值计算方法,用于工程结构的静、动态以及流场、电磁场等领域的分析,已成为现代设计中的重要分析工具。有限元的基本思想是:将分析对象离散化为有限个单元组成的组合体,单元间仅以节点相连,建立单元方程,然后将各单元方程组集在一起形成总体方程组,计入边界条件后解方程组,获得问题的近似解。目前国际上流行的有限元通用软件有:ANSYS,SAP 和 MARC 等。

5. 摩擦学设计

摩擦学(Tribology Design,TD)是研究摩擦、磨损和润滑的科学与技术,在减小机械系统及其零部件的摩擦磨损、提高机械效率、降低能耗和使用成本、控制和克服因摩擦带来的振动、噪声及发热等伴生现象方面具有重要作用。目前已在齿轮传动、轴承及密封零件的设计中得到

广泛应用。

第五节 机械零件材料的选用原则

机械零件常用的材料有钢、铸铁、有色金属和非金属等,常用材料的牌号、性能及热处理知识可查阅机械设计手册。

在机械设计中选择材料是一个重要问题。设计者在选择材料时,应充分了解材料的性能和适用条件,并考虑零件的使用、工艺和经济性等要求。

一、使用要求

为保证机械零件不失效,根据零件所受载荷、尺寸限制和零件重要程度,对材料提出强度、刚度、冲击韧性、阻尼性和吸振性等力学性能方面的要求。同时,由于零件工作环境等千差万别,对材料可能还有密度、导热性和抗腐蚀性等物理、化学性能方面的要求等。

二、工艺要求

选择零件材料时必须考虑加工制造工艺的影响。铸造零件应考虑材料的液态流动性、收缩率及产生缩孔的可能性等;锻造零件应考虑材料的延展性、热脆性和变形能力等;焊接零件应考虑材料的可焊性和产生裂纹的倾向等;进行热处理的零件应考虑材料的可淬性、淬透性及淬火变形的倾向等;切削加工零件应考虑材料的硬度、易切削性、切削后能达到的表面粗糙度和表面性质的变化等。

三、经济性

在满足性能要求的前提下,应尽可能选用价廉的材料。另外还应综合考虑生产批量等因素的影响,如大批量生产宜用铸造毛坯;单件生产采用焊接件,以降低制造成本。

第六节 机械零件设计中的标准化

零件的标准化、部件的通用化和产品的系列化是我国设计中的一项重要技术经济政策。

标准化是对零件的尺寸、结构要素、材料性能、检验方法、设计方法和制图规范等制定大家共同遵守的标准。通用化是在系列产品内部或跨系列的产品之间,采用同一结构和尺寸的零部件,以最大限度地实现产品通用互换,通用化是广义的标准化。系列化是将同一品种或同型号产品规格按一定规律优化组合成产品系列,以最少的品种满足最广泛的需要。系列化是标准化的重要内容。

标准化的意义在于:减轻设计工作量,设计师把主要精力用于关键零部件的创新设计;专门工厂集中生产标准零部件,成本低,质量高,互换性好,便于机器维修。

我国现行的标准有:国际标准(ISO)、国家标准(GB)、部颁标准(如JB、YB等)和企业标准。

第七节 本课程的内容、性质和任务

“机械设计基础”是一门技术基础课程,主要研究机器中常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本设计理论和计算方法。通过本课程的学习,使学生能综合运用先修课程的知识(如机械制图、金属工艺学等)解决具体的机械设计问题,是先修课和专业课学习的桥梁。

通过本课程的学习,应达到的基本要求为:

1. 掌握机构的组成和运动特性,初步具有分析和设计常用机构的能力。
2. 掌握通用机械零件的工作原理、结构特点和设计计算方法,并初步具有设计机械传动装置的能力。
3. 具有运用标准、规范、手册、图册及查阅有关技术资料的能力。
4. 获得实验技能的初步训练。

习 题

- 1-1 机器与机构有何区别? 试举例说明。
- 1-2 构件与零件有何区别? 试举例说明。
- 1-3 指出自行车中若干通用零件和专用零件。
- 1-4 什么是机械设计的“三化”? 它有什么意义?
- 1-5 设计机器应满足哪些要求?
- 1-6 自行车的结构可作哪些改进? 它除了作为交通工具还有哪些用途?
- 1-7 通过本课程学习应达到哪些要求?

第二章 平面机构的结构分析

教学目标:机构是机械设计研究的主要对象,机构研究首先进行机构的结构分析,而平面机构的组成、简图表达、自由度的计算和确定运动条件是平面机构结构分析的主要内容,引导学生掌握这些内容是本章的教学目标。

重点和难点:平面机构的组成、简图表达方法和自由度计算。

第一节 平面机构的组成

机构是由若干构件用运动副相互连接组成的,因此,构件和运动副是组成机构的两大基本要素。机构可分为平面机构和空间机构两类。所有构件都在同一平面或相互平行的平面内运动的机构称为平面机构;否则称为空间机构。本章主要研究平面机构。

一、基本概念

1. 构件 构件是组成机构的最小运动单元,它由一个或若干个零件刚性组合而成。从运动的观点看,机构是由若干构件组成的。一般机构中的构件可分为三类:

(1) 机架(固定件) 用来支承活动构件的构件称为机架。机架可以是固定在地基上,也可以是固定在车、船等机体上。机架是分析研究机构中活动构件运动的参考坐标系。

(2) 原动件 由外界赋予动力的、运动规律已知的活动构件称为原动件,它是机构的动力源,通常与机架相连。在机构运动简图中,原动件上画有箭头来表示其运动方向。

(3) 从动件 机构中随原动件的运动而运动的其余活动构件称为从动件。从动件的运动规律取决于原动件的运动规律和机构的组成情况。在任何一个机构中,只能有一个构件作为机架,活动构件中至少有一个构件为原动件。

2. 构件的自由度 一个作平面运动的自由构件有三个独立运动的可能性,如图 2-1 所示。在图 2-1 的 xoy 坐标系中,构件 S 可随其任一点 A 沿 x 、 y 轴方向移动和绕该点转动。这种可能出现的独立运动称为构件的自由度。所以,一个作平面运动的自由构件有三个自由度。

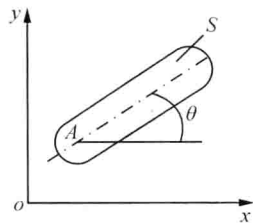


图 2-1 平面运动刚体的自由度

3. 约束 构件以一定的方式连接组成机构,机构必须具有确定的运动,因此,组成机构各构件的运动受到某些限制,以使其按一定规律运动。这些对构件独立运动所加的限制称为约束。当构件受到约束时,其自由度随之减少。约束是由两构件直接接触而产生的,不同的接触